

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie komputerowe w energetyce

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Zaawansowana wymiana ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Advanced Heat Transfer
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS C6 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	1

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	15	15	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie podstawowych mechanizmów wymiany ciepła oraz nabycie umiejętności obliczania przepływu ciepła przez przewodzenie, konwekcję oraz promieniowanie. Przedstawione zostaną równania zachowania masy, pędu i energii dla płynów. Studenci zapoznają się z laminarną i turbulentną wymianą ciepła w rurach. Przedstawione zostaną metody rozwiązywania odwrotnych zagadnień wymiany ciepła, w tym również metody wyznaczania gęstości strumienia ciepła i współczynnika wnikania ciepła bazujące na metodach odwrotnych.

Studenci zapoznają się z podstawowymi rodzajami wymienników ciepła. Studenci zdobędą również umiejętność obliczania cieplnego i hydraulicznego wymienników ciepła. Zapoznają się z wymianą ciepła przez promieniowanie w ośrodkach gazowych. Przedstawiony zostanie uproszczony model obliczania komory spalania paliw gazowych, ciekłych i stałych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowe wiadomości z analizy matematycznej, mechaniki płynów, termodynamiki i wymiany ciepła.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Znajomość mechanizmów wymiany ciepła. Równania zachowania masy, pędu dla płynów. Równanie zachowania energii.

EK2 Umiejętności Potrafi wyprowadzić wzór na przebieg nieustalonej temperatury ciał o skupionych i rozłożonych parametrach.

EK3 Umiejętności Potrafi zastosować różne sposoby obliczania wymienników ciepła.

EK4 Umiejętności Potrafi określić podstawowe prawa rządzące wymianą ciepła przez promieniowanie.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wyprowadzenie cząstkowych równań różniczkowych zachowania masy i pędu dla płynów. Porównanie z modelami o parametrach skupionych.	4
W2	Wyprowadzenie cząstkowego równania różniczkowego zachowania energii dla płynów. Porównanie z modelem o parametrach skupionych.	4
W3	Klasyfikacja wymienników ciepła, wyprowadzenie równań różniczkowych opisujących ustaloną wymianę ciepła w wymiennikach współprądowych i przeciwprądowych typu rura w rurze. Wyprowadzenie wzoru na średnią logarytmiczną różnicę temperatury. Korelacje do obliczania współczynników wnikania ciepła.	4
W4	Wymiana ciepła przez promieniowanie, prawo Lamberta. Współczynniki kształtu. Wymiana ciepła przez promieniowanie w ośrodkach gazowych. Wymiana ciepła w komorach paleniskowych kotłów energetycznych.	3

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Zastosowanie równań zachowania masy i pędu dla płynu. Przepływy w kanałach zamkniętych. Obliczanie siły ciągu dla silnika lotniczego.	3

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C2	Zastosowanie równania zachowania energii dla płynu dla różnych urządzeń. Rozwiązywanie równań zachowania energii na przykładzie przewodzenia ciepła i konwekcji wymuszonej w rurociągu.	3
C3	Obliczenia projektowe i eksploatacyjne wymienników ciepła przy wykorzystaniu metody bazującej na średniej logarytmicznej różnicy temperatury oraz metody epsilon -NTU (efektywność -liczba jednostek wymiany).	4
C4	Obliczanie współczynników konfiguracji. Współczynnik wnikania ciepła przez promieniowanie. Wymiana ciepła przez promieniowanie między dwoma płytami o różnej temperaturze, przestrzeń między płytami wypełniona gazem optycznie czynnym.	3
C5	Przykład obliczania komory paleniskowej kotła energetycznego.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Dyskusja

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	1
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	12
Opracowanie wyników	6
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	50
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

F2 Kolokwium

F3 Odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Musi zaliczyć na ocenę pozytywną wszystkie efekty kształcenia

W2 Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z oceny uzyskanych z egzaminu pisemnego i zaliczenia ćwiczeń

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego

NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W1 W2 C1 C2	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK2	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	C5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK3	K2_W03 K2_U01 K2_U18	Cel 1	W3 C3	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1
EK4	K2_W03 K2_U18 K2_K01	Cel 1	W4 C4 C5	N1 N2 N3	F1 F2 F3 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Taler J., Duda P. — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, WNT
- [2] | Wiśniewski S., Wiśniewski T. — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2010, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Mills A.F. — *Basic Heat Mass Transfer*, Upper Saddle River, 1999, Prentice Hall
- [2] | Welty J.R., Wicks Ch.E. Wilson R.E Rorrer G.L. — *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, Hoboken, 2007, John Wiley & Sons
- [3] | Nellis G., Klein S. — *Heat Transfer*, Cambridge, 2009, Cambridge University Press

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: jan.taler@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: jtaler@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Karol Kaczmarowski (kontakt: karol.kaczmarowski@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....